心理科学进展　2019, Vol. 27, No. 12, 2034–2042
Advances in Psychological Science　DOI: 10.3724/SP.J.1042.2019.02034

记忆的顿悟优势效应*

赖燕群[1]　杨　琪[2]　黄宝珍[3]　赛李阳[4]

([1] 福建师范大学心理学院, 福州　350108) ([2] 同济大学哲学系, 上海 200092)
([3] 宁德师范学院艺术与教育学院, 福建　宁德　352100) ([4] 杭州师范大学心理科学研究院, 杭州　311121)

摘　要　记忆的顿悟优势效应指, 与加工非顿悟问题相比, 加工顿悟问题能够产生更优的记忆保持量。该效应在顿悟的两种操作性定义以及不同实验材料中稳定出现。基于顿悟阶段观, 研究者提出两种理论解释记忆的顿悟优势效应的认知机制: 认知的生成效应和表征转化理论认为, 顿悟加工过程中的认知努力、适当迁移加工以及顿悟的表征转换加工促进记忆的保持效果; 情绪的"啊哈"体验理论认为, 加工顿悟问题后的情绪对后续的信息提取具有促进作用。未来的研究可从优化顿悟的指标、巩固记忆的顿悟优势效应、评估其持续性以及更加系统探讨记忆的顿悟优势效应的认知机制等四个方面展开。

关键词　记忆的顿悟优势效应; 顿悟阶段观; 生成效应; 表征转换; "啊哈"体验
分类号　B842

培养"自主创新"人才是我国教育的指导方针, 建设创新型国家是我国长远的奋斗目标。因此, 考察创造性的影响因素及其认知机制具有重要的理论和现实意义。创造性的形式众多, 如顿悟、类比迁移、假设检验和创造想象等(Mayer, 1995)。其中顿悟深受诸多心理学家关注(Bowden & Jung-Beeman, 2007; Chronicle, MacGregor, & Ormerod, 2004; Chu & Macgregor, 2011; Kizilirmak, Wiegmann, & Richardson-Klavehn, 2016; 黄福荣, 和美, 罗劲, 2017; 罗劲, 2004; 吕凯, 2016; 任国防, 邱江, 曹贵康, 张庆林, 2007; 沈汪兵, 刘昌, 罗劲, 余洁, 2012; 邢强, 孙海龙, 占丹玲, 胡婧, 刘凯, 2017; 张庆林, 邱江, 曹贵康, 2004)。自 Köhler 1917 年提出顿悟的概念以来, 研究者对顿悟的认知过程进行大量研究, 提出诸如过程监测理论(the progress-monitoring theory) (Chronicle et al., 2004)、联合多成分理论(the cohesive multi-component theory) (Bowden & Jung-Beeman, 2007)、原型启发理论(the prototype elicitation theory) (吴真真, 邱江, 张庆林, 2008; 张庆林, 邱江, 2005)、表征转换理论(the representational-change theory) (Kaplan & Simon, 1990; Thevenot & Oakhill, 2008; 任国防 等, 2007; 张庆林 等, 2004)等诠释顿悟问题解决的认知机制。此外, 还有研究者将顿悟加工与记忆结合研究, 结果发现, 相较于加工非顿悟问题, 加工顿悟问题会在后续的记忆测验中产生更优的记忆效果, 称之为记忆的顿悟优势效应(Auble, Franks, & Soraci, 1979; Danek, Fraps, von Müller, Grothe, & Ollinger, 2013; Ludmer, Dudai, & Rubin, 2011)。从认知角度出发, 对记忆的顿悟优势效应的产生机制进行梳理有助于理清顿悟和记忆之间的关系。从教育实践的角度出发, 记忆的顿悟优势效应的探究也是一项重要课题, 如教育者可创设顿悟问题情境来优化学生记忆进而提升学生的学习效果。但目前关于记忆的顿悟优势效应的认知机制尚未系统梳理与深入分析, 因此文章将着重评述其产生的认知机制。

1　顿悟的概念及操作性定义

顿悟是指个体对情境中各种刺激之间的关系或者解题之初不理解问题的豁然领悟(Köhler, 1925; 买晓琴, 罗劲, 吴建辉, 罗跃嘉, 2005)。具体而言, 当个体尝试解决某个问题时, 开始会进

收稿日期: 2018-12-12
* 杭州市哲学社会科学规划课题(2018RCZX17); 福建省社会科学规划项目(西部扶持项目) (FJ2019X009); 宁德师范学院重大项目培育项目(2018ZDS14)。
通信作者: 杨琪, E-mail: yangqpsy@163.com

行错误的问题表征，导致其陷入“死胡同”，后来某时刻“恍然大悟”，即忽然明白问题的解决方案(Jones, 2003)。其中“死胡同”和“恍然大悟”是顿悟加工过程中最主要的特点。研究者依据顿悟认知加工特点和个体加工问题后的情绪体验界定顿悟，将顿悟的操作性定义方法分为客观评价法与主观评价法(Kizilirmak, Thuerich, Folta-Schoofs, Schott, & Richardson-Klavehn, 2016)。

客观评价法指主试根据顿悟认知加工特点将给定的问题划分为顿悟问题和非顿悟问题(Auble et al., 1979; Wills, Soraci, Chechile, & Taylor, 2000)。早先, Mednick (1962)将顿悟问题界定为解决一个需要创造力的问题。例如，在远距离联想任务中，个体成功搜索 3 个远距离关联词(生、天、温)之间唯一的共同联系词(气，组成：生气、天气、气温)的过程为顿悟(Mednick, 1962)。但 Danek, Wiley 和 Öllinger (2016)认为，需要创造力的问题并不等价于顿悟问题，并提出加工问题过程中存在“僵局−恍然大悟”的认知过程为顿悟。具言之，顿悟是指个体在加工问题过程中存在由僵局状态转变为恍然大悟状态的认知过程，即存在僵局与思维重构的认知过程(Auble et al., 1979; Ludmer et al., 2011)。例如，Wills, Estow, Soraci 和 Garcia (2006)将“不理解句+线索词”界定为顿悟(存在“僵局−恍然大悟”的认知过程)，而将“线索词+不理解句”界定为非顿悟(不存在“僵局−恍然大悟”的认知过程)。

主观评价法指个体完成任务后基于自身情绪体验主观报告有无“啊哈”体验(“aha” experience)作为顿悟的“黄金标准” (Bowden & Jung-Beeman, 2003a, 2003b; Bowden, Jung-Beeman, Fleck, & Kounios, 2005; Danek et al., 2013)，即有“啊哈”体验为顿悟，而无“啊哈”体验为非顿悟。其中，“啊哈”体验是指个体突然理解初始不理解的问题后产生令人愉快与情绪激动的体验(Sternberg & Davidson, 1995)。例如, Kizilirmak, Silva, Imamoglu 和 Richardson-Klavehn (2015)要求被试观察模糊痕迹图片，并思考这些图片所对应的具体物体，接着被试报告是否有“啊哈”体验，若有“啊哈”体验为顿悟，反之为非顿悟。

综上可知，虽然主观评价法与客观评价法对顿悟操作存在差异，但这两种方法具有自己的优点：通过客观评价法操作“顿悟”与“非顿悟”，可控制顿悟与非顿悟的项目、实验试次及加工顿悟的时间；通过主观评价法操作“顿悟”与“非顿悟”，可测量出被试真实存在顿悟的部分。同时，这两种操作顿悟的方法均为探究顿悟的认知机制提供了有效的经验性证据(Weisberg, 2013)。总而言之，采用主观评价法和客观评价法操作顿悟对探究顿悟的认知机制具有重要的作用。

2 加工顿悟问题促进记忆保持效果

研究者采用主观评价法与客观评价法操作顿悟对加工顿悟问题的作用机制进行了更深入的探讨，研究显示采用这两种操作顿悟的方法均发现了记忆的顿悟优势效应(Auble et al., 1979; Danek, Fraps, von Müller, Grothe, & Öllinger, 2014; Ludmer et al., 2011)。这说明，记忆的顿悟优势效应是一种稳定的效应。下文将更加详细且系统介绍通过客观评价法和主观评价法界定顿悟来探讨记忆的顿悟优势效应的研究。

一些研究者采用客观评价法界定顿悟发现了记忆的顿悟优势效应。如 Auble 等(1979)将“不理解句+线索”界定为顿悟(存在“僵局−恍然大悟”的认知过程)和将“理解句+线索”界定为非顿悟(不存在“僵局−恍然大悟”的认知过程)。具体而言，在问题解决阶段要求被试完成“不理解句+线索” (例如：“*因为布破了，所以干草堆很重要*”，接着呈现线索：降落伞，然后问被试在呈现线索之前是否理解句子意思)和“理解句+线索” (例如：“*因为**降落伞**布破了，所以干草堆很重要*”，接着呈现线索：降落伞，然后问被试在呈现线索之前是否理解句子意思)任务。在问题解决 9 分钟后，被试还需完成自由回忆任务。结果发现，顿悟的题解回忆率最高(“不理解句+线索”的回忆率为 29.5%)，非顿悟的题解回忆率较低(“理解句+线索”的回忆率为 18.5%)。这说明，加工顿悟问题能促进后续的信息提取。此外, Wills 等(2000)将“呈现点+按点描绘出完整图”界定为顿悟(存在“僵局−恍然大悟”的认知过程)，将“呈现完整图片+按顺序浏览点”界定为非顿悟(不存在“僵局−恍然大悟”的认知过程)。结果发现，“呈现点+按点描绘出完整图”的回忆成绩优于“呈现完整图片+按顺序浏览点”的回忆成绩。这表明，记忆的顿悟优势效应也体现在图片刺激上。这些研究结果提示，记忆的顿悟优势效应不受刺激材料的制约。

此外，另一些研究者采用主观评价法界定顿悟也发现了记忆的顿悟优势效应。如在近期的一项实验中，被试观看完一段魔术表演视频后，回答魔术效果是如何实现的，接着主观报告是否有“啊哈”体验，有即存在顿悟，反之则无。两星期后，再让被试进行无意记忆(重新解决该题)和有意记忆(判断新/旧项目)测验。结果发现，在无意记忆和有意记忆的测验中，有“啊哈”体验题解的记忆效果优于无“啊哈”体验题解的记忆效果。这说明，以主观“啊哈”体验为指标界定顿悟同样发现了记忆的顿悟优势效应(Danek et al., 2013)。研究者还采用主观评价法在模糊痕迹图片(Kizilirmak et al., 2015)和远距离联想任务(Kizilirmak et al., 2016)中均发现了记忆的顿悟优势效应。这表明，记忆的顿悟优势效应具有稳定性。

3 记忆的顿悟优势效应的理论解释

研究者发现记忆的顿悟优势效应之后，试图对其进行解释。顿悟阶段观认为，顿悟是非瞬间实现的系列加工过程，包括初始问题表征阶段、问题空间搜索阶段、僵局阶段、表征重构阶段以及题解闪现阶段等五个阶段(Ash & Wiley, 2006; Öllinger, Jones, & Knoblich, 2014; Weisberg, 2013)。初始问题表征和问题空间搜索阶段在顿悟和非顿悟问题加工过程均存在，但两阶段的加工特点在顿悟与非顿悟加工过程中存在差异。具体而言，在顿悟加工过程中的初始表征阶段，问题解决者对问题产生不适当的表征，在问题空间搜索阶段，则会形成错误初始表征的问题空间，从而导致僵局的产生。然而，在非顿悟问题加工过程的初始表征阶段，问题解决者对问题产生适当的表征，在问题空间搜索阶段，则会形成正确初始表征的问题空间，进而解决该问题。而僵局阶段(由于思维定势而形成的“死胡同”状态)、表征重构阶段(打破之前由于思维定势而形成的僵局而重新构造问题的适当表征阶段)以及题解闪现阶段仅存在顿悟加工过程中，且是顿悟加工过程的关键阶段(Ash & Wiley, 2006)。基于顿悟阶段观，研究者提出两种解释记忆的顿悟优势效应的理论：基于认知的生成效应(generation effect) (Kizilirmak et al., 2016)和表征转换理论(Auble et al., 1979)以及基于情绪的“啊哈”体验(Danek et al., 2013)。认知加工理论主要从初始问题表征、问题空间搜索、僵局和表征重构等阶段来解释记忆的顿悟优势效应；情绪的“啊哈”体验理论主要从题解闪现阶段来解释记忆的顿悟优势效应。

3.1 基于认知加工理论

3.1.1 生成效应

生成效应指个体主动生成问题答案较直接阅读问题和答案的记忆保持量更高，即生成方式比阅读方式的记忆效果更优(Burns, 1992; Slamecka & Graf, 1978; Slamucka & Fevreiski, 1983)。例如，在问题解决阶段，主试要求被试完成补充词干任务(生成方式)和理解完整单词任务(阅读方式)，随后进行线索记忆测试任务，结果发现，生成方式较阅读方式具有更好的记忆保持效果(Burns, 1992; Slamecka & Graf, 1978)。该理论认为，记忆的顿悟优势效应的产生可能是由于：(1)在顿悟问题解决阶段，生成加工比阅读加工需要分配更多认知资源，即需要更多的认知努力(Kizilirmak et al., 2016; Shen et al., 2019); (2)较于阅读加工，生成加工过程与测试过程更相似，换言之，生成加工与信息提取加工更相近，即适当迁移加工(Kizilirmak et al., 2016)。总而言之，生成效应的认知努力和适当迁移加工可解释记忆的顿悟优势效应的产生机制。

近期，一些实证研究为生成效应的观点提供了较为翔实的证据。如 Kizilirmak 等(2015)采用模糊痕迹图片考察“自主求解”和“求解失败后呈现答案”两类情境下诱发“啊哈”体验在有意记忆(判断新/旧项目)与无意记忆(重新解题)任务上的记忆保持效果。结果发现，“自主求解成功且有‘啊哈’体验”比“求解失败后呈现答案且有‘啊哈’体验”的有意和无意记忆效果均更好，这是由于自主求解过程需要投入更多的认知资源生成答案，即支持认知努力观点。研究还发现，“自主求解且有‘啊哈’体验”的无意记忆效果优于有意记忆效果，这是由于无意记忆的提取信息过程与自主求解的编码过程较为相似，即支持适当迁移加工观点。然而，“求解失败后呈现答案”可能也存在生成加工过程，并不是单一的阅读加工过程，即“自主求解”和“求解失败后呈现答案”之间的差异可能是生成加工的程度差异导致。为了排除这种可能性，Kizilirmak 等(2016)在之前的实验基础上增加“直接呈现题目和答案”情境诱发“啊哈”体验。结果发现“自主求解且有‘啊哈’体验”比“直接呈现题解且

有‘啊哈’体验”记忆效果更优。这表明，自主求解加工促进后续的记忆保持效果，进一步支持生成效应中的认知努力观点。此外，Bertsch, Pesta, Wiscott 和 Mcdaniel (2007)进一步扩展了生成效应理论的内容，引入了加工水平的观点。该观点认为，生成加工比阅读加工涉及更多精细化语义加工，会有更好的语义整合，从而提升记忆保持量(Mcelroy & Slamecka, 1982; Slamecka & Graf, 1978)。然而，尚未有研究为之提供直接的实验证据。

综上可见，生成效应关注的是个体的认知努力以及适当迁移加工对记忆的顿悟优势效应的解释。但此观点遭到了一定的挑战。如 Auble 等(1979)发现顿悟问题难度并不调节记忆的顿悟优势效应，这是认知努力无法解释的。研究者认为，可能是顿悟的独特性加工可作为后续信息提取的有效线索，进而促进了记忆的保持量(Auble et al., 1979)。其中独特性加工是一个自动、无意识的过程，无需个体主动搜索，不受项目难度调节(Öllinger, Jones, & Knoblich, 2006)，因此题目难度不调节记忆的顿悟优势效应。最近，Kizilirmak 等(2016)发现“阅读方式+顿悟”比“阅读方式+非顿悟”的记忆效果保持量更佳，这说明，生成效应的适当迁移加工不能对其进行解释。这些研究共同表明，生成效应不能完全解释记忆的顿悟优势效应，这可能是顿悟过程中的特殊性加工对其起作用。

3.1.2　表征转换理论

为了优化认知加工理论对记忆的顿悟优势效应的解释，研究者发展出表征转换理论进行解释。该理论认为，发生在僵局阶段与表征重构阶段的特殊性加工促进后续的记忆保持效果，即僵局阶段的“旧的无效思路如何被抛弃”和表征重构阶段的“新的有效联系如何实现”的“新旧交替”特殊过程增强记忆的保持效果(Auble et al., 1979; 罗劲, 2004)。例如，Auble 等(1979)将顿悟界定为存在“僵局−恍然大悟”的认知过程(即表征转换)，接着比较有表征转换加工与无表征转换加工的后续记忆保持效果。结果发现，有表征转换加工的记忆效果更优。研究者进一步阐释顿悟的特殊性加工对记忆保持效果量起促进作用的原因，认为是僵局−表征重构阶段的特殊性加工增强了信息提取的线索(Auble et al., 1979; Kizilirmak et al., 2016)。具言之，在僵局−表征重构过程中的“突发性” (suddenness)和“直指性” (directness)等认知特性为后续信息的提取提供有效的线索。其中“突发性”指想到顿悟问题的答案通常是在无意识情况下突然出现，而“直指性”是指顿悟问题的答案是直接呈现在眼前，并未采用试误，或者手段−目的分析法(Epstein, Kirshnit, Lanza, & Rubin, 1984)。

表征转换理论还认为，个体在加工顿悟过程中要想打破僵局形成新的问题表征需要解除抑制(constraint relaxation：主要指克服思维定势)或组块分解(chunk decomposition：把组块整体分解成更小的组块，以便于发现小组块间新的联系，形成新的表征) (Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; 邢强，张忠炉，孙海龙，张金莲，王菁，2013)，该过程是顿悟问题解决的关键过程，能够促进后续的记忆保持效果(Auble et al., 1979; Ludmer et al., 2011)。同时，该理论还认为解除抑制和组块分解的难度不同，那么这两种认知过程对后续记忆保持量影响是否一致有待于后续研究者的考察。该问题的解决有助于梳理生成效应中的认知努力与表征转换之间的关系。

3.1.3　生成效应与表征转换理论的关系

认知加工理论认为，记忆的顿悟优势效应可由生成效应与表征转换理论来解释，但这两者对记忆的顿悟优势效应是单独起作用，还是相互促进，或是互相抑制？譬如，Auble 等(1979)发现，“理解句+线索”的回忆率高于“不理解句+线索”的回忆率，但题目难度不影响“不理解句+线索”的回忆效果。这说明，生成效应中的认知努力不能解释记忆的顿悟优势效应产生，只有表征转换能解释，即该无意识过程促使记忆的顿悟优势效应发生。但 Wills 等(2000)发现，“呈现点 + 按点描绘出完整图”的记忆成绩好于“呈现完整图片+按顺序浏览点”的记忆成绩，这说明，生成效应中的表征转换对记忆起促进作用。同时，“呈现完整图片 5 s + 呈现点 + 按点描绘出完整图”的记忆成绩好于“呈现完整图片 5 s + 呈现完整图片 + 按顺序浏览点”的记忆成绩。这表明，生成效应中的认知努力也能解释记忆的顿悟优势效应。因此，后续研究可进一步探讨认知努力、适当迁移加工对记忆的顿悟优势的作用机制差异，以及在何种条件下表征转换理论和生成效应均对记忆有促进作用。

3.2　基于情绪的“啊哈”体验

与认知加工理论不同，情绪的“啊哈”体验主要关注题解闪现阶段的情绪体验(“啊哈”体验)对

记忆的顿悟优势效应的影响。具体而言，解决顿悟问题过程中产生的“啊哈”体验能够促进记忆保持效果(Danek et al., 2013; Kizilirmak et al., 2016; Ludmer et al., 2011)。“啊哈”体验是指在题解闪现阶段，个体体验到愉快与情绪激动等积极情绪(Sternberg & Davidson, 1995)。例如，阿基米德在浴缸中想出关于皇冠问题解决方法(浮力定律)时，表现欣喜若狂的激动的情绪，该积极情绪属于典型的“啊哈”体验(Chein & Weisberg, 2014; Ovington, Saliba, Moran, Goldring, & MacDonald, 2018; Weisberg, 2013)。已有研究证实个体在解决顿悟问题后体验到积极情绪(Danek et al., 2014; Gick & Lockhart, 1995; Gruber, 1995; Shen, Yuan, Liu, & Luo, 2016; 聂其阳, 罗劲, 2012; 袁媛等, 2016)。如 Danek 等(2014)采用魔术效果如何实现的问题诱发个体产生“啊哈”体验，同时还让被试报告当时的情绪特征，结果发现，“啊哈”体验包括高兴、开心等积极情绪；近期, Shen 等(2016)采用远距离联想任务诱发“啊哈”体验，也让被试报告情绪特点，结果也发现“啊哈”体验具有积极情绪的特征。

诸多研究发现，诱发的“啊哈”体验能够促进记忆的保持量。行为学实验发现，诱发“啊哈”体验的题解回忆率显著高于未诱发“啊哈”体验的题解回忆率(Danek et al., 2013)。后续研究者采用神经影像学技术为“啊哈”体验促进后续记忆保持效果提供了神经基础证据。研究发现，与情绪加工密切相关的杏仁核的激活程度能显著预测问题解决1 周后顿悟事件的正确回忆率(Ludmer et al., 2011)。近期，Kizilirmak 等(2016)采用 fMRI 技术与远距离联系任务也发现类似的结果。

概言之，基于“啊哈”体验的积极情绪能够促进后续记忆保持效果。近年来有关“啊哈”体验的本质取得了一些进展。诸多研究表明，“啊哈”体验是一个复杂的综合体，不仅包含积极情绪，还包含消极情绪(Beeftink, van Eerde, & Rutte, 2008; Chermahini & Hommel, 2010; Cranford & Moss, 2012; Danek & Wiley, 2017; Hill & Kemp, 2018; Kaplan & Simon, 1990)，甚至还包含认知成分(Shen et al., 2018; 沈汪兵，袁媛，赵源，贡喆，刘昌, 2017)。例如, Kaplan 和 Simon (1990)借助残缺棋盘问题探讨了“啊哈”体验的属性，结果发现，个体不仅体验到高兴的情绪，而且还体验到沮丧情绪。此外, Chermahini 和 Hommel (2010)采用远距离联想任务也发现，个体在解题过程中诱发了明显的负性情绪。近期, Shen 等(2018)通过收集被试日常生活中发生的“啊哈”体验的特点，聚类分析结果发现, “啊哈”体验是多维度，包括题解闪现阶段的情绪、认知重构的体验、与解题相关的认知过程以及解题后的反思。这表明, “啊哈”体验不仅包含消极与积极的情绪体验(Hill & Kemp, 2018)，还包含认知成分。为了验证该观点，Shen 等(2018)进一步采用皮肤电和心血管记录被试产生“啊哈”体验的生理反应，结果发现，与加工非顿悟问题相比，加工顿悟问题伴随着更强烈的皮肤电导响应和较快的心率。这表明, “啊哈”体验是积极情绪以及认知成分的综合体。这些研究发现提示，“啊哈”体验促进后续的记忆保持量的作用机制可能较为复杂，一方面受到情绪成分的影响，另一方面还可能受到其它成分的影响，如认知因素。因此，如何有效分离“啊哈”体验的成分将成为后续研究努力的方向，继而更进一步探讨“啊哈”体验对记忆的顿悟优势效应作用的本质，丰富基于情绪的“啊哈”体验理论。

3.3 对记忆的顿悟优势效应的理论争议

研究者已为记忆的顿悟优势效应提供多种理论解释。认知的生成效应主要从初始问题表征阶段、问题空间搜索阶段、僵局阶段以及表征重构阶段出发解释该效应，即认知的生成效应以及表征转换理论解释；情绪的“啊哈”体验主要从题解闪现阶段解释该效应。近期的经验性证据对该框架提出挑战：“啊哈”体验伴随着顿悟问题解决的整个过程，不只是发生在题解闪现阶段(Shen et al., 2018; 沈汪兵 等, 2017; 袁媛 等, 2016)。在题解闪现阶段的“啊哈”体验是积极情绪(Shen et al., 2016; 沈汪兵 等, 2017; 袁媛 等, 2016)，而在僵局阶段以及表征重构阶段的“啊哈”体验是消极情绪(Cranford & Moss, 2012; 沈汪兵 等, 2017; 袁媛 等, 2016)。因此，在僵局以及表征重构阶段对后续记忆的促进作用，可能不是由于认知努力和表征转换的作用，而是由于“啊哈”体验的作用。因此，后续研究者可进一步探讨整个阶段的认知过程及情绪体验。

此外，有研究发现，奖赏加工也可对其进行解释。奖赏加工观点认为，在题解阶段，个体突然想到答案的新奇性以及对新奇性评估产生的奖赏性均会促使中脑和海马区域(与记忆巩固有关)的

多巴胺浓度上升，从而促进记忆保持效果(Bunzeck, Doeller, Dolan, & Duzel, 2012; Kizilirmak et al., 2016; Kumaran & Maguire, 2009; Lisman & Grace, 2005; Otmakhova, Duzel, Deutch, & Lisman, 2013)。如 Kizilirmak 等(2016)采用“问题解决–测试”研究范式、fMRI 技术与远距离联想任务进行研究发现，与奖赏加工密切相关的左侧纹状体的激活程度能显著预测 24 小时后的顿悟事件的正确回忆率。这表明，记忆的顿悟优势效应的产生可能与奖赏加工密切相关。但有研究者认为，并非所有的题解闪现阶段均会出现奖赏性，即奖赏加工也并不能完全解释记忆的顿悟优势效应(沈汪兵等, 2017)。因此，关于题解闪现阶段对记忆的促进作用是由“啊哈”体验来解释还是由奖赏加工来解释，这有待今后研究进一步探索。

4 研究展望

近年来，研究者虽然在记忆的顿悟优势效应的产生以及作用机制等方面已经取得一定的进展，但仍有一些重要的科学问题尚未得到妥善解决。因此建议未来的研究方向应更加聚焦在优化顿悟的操作性定义、巩固记忆的顿悟优势效应、评估其持续性以及对该效应的认知机制进行更系统的探讨。

首先，优化顿悟的操作性定义。以往研究主要通过采用主观评价法和客观评价法界定顿悟，然而这两种界定方式均存在不合理之处。客观评价法更加注重主试的权重，由于顿悟受个体因素影响较大，导致主试界定顿悟对于被试而言可能不属于顿悟认知(Danek et al., 2016)。而主观评价法更加依赖于被试的自我报告，这种指标可能会因被试错误理解“啊哈”体验的含义导致无法真实评估被试的状况。因此，这两种界定方式可能会阻碍探讨记忆的顿悟优势效应的认知机制。未来研究者可考虑将客观评价法与主观评价法相结合，以此互补双方的不足之处，更好地优化顿悟的指标。如在实验之前，根据顿悟认知加工特点将题目划分为顿悟问题与非顿悟问题，在实验过程中，被试依据“啊哈”体验标准进行自我报告。实验结束之后，研究者可根据主试和被试均界定为顿悟问题与非顿悟问题进行统计分析。诚然，这种界定方式可能会更加保守(Kizilirmak et al., 2016)，但这至少能划分出更加“无污染”的顿悟与非顿悟问题。

其次，继续巩固记忆的顿悟优势效应的稳定性。诸多研究已经在不同的实验任务(Auble et al., 1979; Danek et al., 2013)、实验材料(Danek et al., 2013; Kizilirmak et al., 2016)以及不同测验任务(Kizilirmak et al., 2015; Kizilirmak et al., 2016)中发现了记忆的顿悟优势效应。未来研究可拓展不同类型的记忆任务，进一步巩固其稳定性，如来源记忆(source memory)。来源记忆是指个体对事件发生的时间或场所、呈现的感觉通道、事件的知觉细节及事件发生时的情感或认知状态的记忆(Tulving, 2001)。如 Du, Zhang, Wang, Luo 和 Luo (2017)采用主观评价法界定顿悟和远距离联想任务探究加工顿悟问题对随后“啊哈”体验记忆的作用效果(在测试任务中要求被试判断在问题解决阶段解决该任务时是否有“啊哈”体验)，结果发现，与加工非顿悟相比，加工顿悟的“啊哈”体验记忆效果更优，表明记忆的顿悟优势效应体现在来源记忆上。鉴于此，将来研究可以进一步探讨记忆的顿悟优势效应体现在来源记忆其它方面(如，刺激物特征)，甚至可深入探讨来源记忆与项目记忆的顿悟优势是否存在差异，进而论证项目–情境理论和项目–权衡理论的观点(McCurdy, Leach, & Leshikar, 2017)。通过拓展记忆的顿悟优势效应的记忆类型研究，有助于探究记忆的顿悟优势效应产生机制及其应用推广。

除了记忆的顿悟优势效应的稳定性问题外，记忆的顿悟优势效应的持续性问题也值得研究者关注。我们通过梳理相关研究发现，许多研究的问题解决阶段与记忆测试阶段之间的时间间隔并不一致，但均发现了记忆的顿悟优势效应(如 Auble et al., 1979：9 分钟; Wills et al., 2000: 立即; Danek et al., 2013：14 天; Kizilirmak et al., 2015：7 天; Kizilirmak et al., 2016：1 天和 14 天)。这引发一个值得探讨的问题：随着时间间隔的进一步扩大，记忆的顿悟优势效应保持效果趋势如何？有研究者初步回答该问题，如 Ludmer 等(2011)采用模糊痕迹图片诱发顿悟任务中发现，在顿悟问题解决后 15 分钟测试其正确率是 88%，1 天后测试的正确率是 76%, 1 周后的测试是 57%, 3 周后是 58%，遗忘过程先快后慢然后趋于平缓。这种结果模式是基于图片材料获得的，是否适合其它刺激值得商榷。另一个值得关注的问题是，随时间间

隔进一步扩大，个体在顿悟问题上的记忆保持量与在非顿悟问题上的记忆保持量是否一直存在差异。换言之，随着时间间隔的扩大，记忆的顿悟优势效应是否一直存在。以上问题都有待于进一步考察。

最后，对记忆的顿悟优势效应的认知机制进行更系统的探讨。虽然以往研究提出诸多基于认知加工的生成理论、表征转换理论以及基于情绪加工的“啊哈”体验理论，但是如前所述，其中仍存在不少的争论。未来研究者是否提出一种更加具有包容性的整合理论，即整合之前的认知加工(生成效应及表征转换)、情绪加工(“啊哈”体检)以及后续的动机加工(奖赏)。正如前文所述，基于情绪的加工并非仅局限于问题解决之后，而是贯穿整个问题解决阶段。这提示：未来解释记忆的顿悟优势效应应该秉承分阶段、分维度(认知、情绪及动机)的观点进行。随认知计算模型的发展，未来可以通过实验设计将认知、情绪以及动机以建模的方式综合考量，以期系统揭示每个变量在记忆的顿悟优势效应中每阶段的作用以及各个变量之间的交互作用。

致谢：*感谢杭州师范大学胡超副教授为该文的英文摘要提供润色。*

参考文献

黄福荣, 和美, 罗劲. (2017). 组块破解形态顿悟的脑认知机理. *科学通报, 62*(31), 3594–3604.

罗劲. (2004). 顿悟的大脑机制. *心理学报, 36*(2), 219–234.

吕凯. (2016). 顿悟问题解决中抑制功能的作用. *心理与行为研究, 14*(2), 219–227.

买晓琴, 罗劲, 吴建辉, 罗跃嘉. (2005). 猜谜作业中顿悟的 ERP 效应. *心理学报, 37*(1), 19–25.

聂其阳, 罗劲. (2012). “啊哈!”和“哈哈!”: 顿悟与幽默的脑认知成分比较. *心理科学进展, 20*(2), 219–227.

任国防, 邱江, 曹贵康, 张庆林. (2007). 顿悟: 是进程监控还是表征转换. *心理科学, 30*(5), 1265–1268.

沈汪兵, 刘昌, 罗劲, 余洁. (2012). 顿悟问题思维僵局早期觉察的脑电研究. *心理学报, 44*(7), 924–935.

沈汪兵, 袁媛, 赵源, 贡喆, 刘昌. (2017). 顿悟体验的特性、结构和功能基础. *心理科学, 40*(2), 347–352.

吴真真, 邱江, 张庆林. (2008). 顿悟的原型启发效应机制探索. *心理发展与教育, 24*(1), 31–35.

邢强, 孙海龙, 占丹玲, 胡婧, 刘凯. (2017). 执行功能对言语顿悟问题解决的影响: 基于行为与 ERPs 的研究. *心理学报, 49*(7), 909–919.

邢强, 张忠炉, 孙海龙, 张金莲, 王菁. (2013). 字谜顿悟任务中限制解除和组块分解的机制及其原型启发效应. *心理学报, 45*(10), 1061–1071.

袁媛, 沈汪兵, 施春华, 刘畅, 刘取芝, 刘昌. (2016). 顿悟体验的心理与神经机制. *心理科学进展, 24*(9), 1329–1338.

张庆林, 邱江. (2005). 顿悟与源事件中启发信息的激活. *心理科学, 28*(1), 6–9.

张庆林, 邱江, 曹贵康. (2004). 顿悟认知机制的研究述评与理论构想. *心理科学, 27*(6), 1435–1437.

Ash, I. K., & Wiley, J. (2006). The nature of restructuring in insight: An individual-differences approach. *Psychonomic Bulletin & Review, 13*(1), 66–73.

Auble, P. M., Franks, J. J., & Soraci, S. A. (1979). Effort toward comprehension: Elaboration or “aha!”? *Memory & Cognition, 7*(6), 426–434.

Beeftink, F., van Eerde, W., & Rutte, C. G. (2008). The effect of interruptions and breaks on insight and impasses: Do you need a break right now? *Creativity Research Journal, 20*(4), 358–364.

Bertsch, S., Pesta, B. J., Wiscott, R., & Mcdaniel, M. A. (2007). The generation effect: A meta-analytic review. *Memory & Cognition, 35*(2), 201–210.

Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003a). Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere. *Psychonomic Bulletin & Review, 10*(3), 730–737.

Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2003b). Normative data for 144 compound remote associate problems. *Behavior Research Methods Instruments & Computers, 35*(4), 634–639.

Bowden, E. M., & Jung-Beeman, M. (2007). Methods for investigating the neural components of insight. *Methods, 42*(1), 87–99.

Bowden, E. M., Jung-Beeman, M., Fleck, J., & Kounios, J. (2005). New approaches to demystifying insight. *Trends in Cognitive Sciences, 9*(7), 322–328.

Bunzeck, N., Doeller, C. F., Dolan, R. J., & Duzel, E. (2012). Contextual interaction between novelty and reward processing within the mesolimbic system. *Human Brain Mapping, 33*(6), 1309–1324.

Burns, D. J. (1992). The consequences of generation. *Journal of Memory & Language, 31*(5), 615–633.

Chein, J. M., & Weisberg, R. W. (2014). Working memory and insight in verbal problems: Analysis of compound remote associates. *Memory & Cognition, 42*(1), 67–83.

Chermahini, S. A., & Hommel, B. (2010). The (b)link between creativity and dopamine: Spontaneous eye blink rates predict and dissociate divergent and convergent thinking. *Cognition, 115*(3), 458–465.

Chronicle, E. P., MacGregor, J. N., & Ormerod, T. C. (2004). What makes an insight problem? The roles of heuristics,

goal conception, and solution recoding in knowledge-lean problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 30*(1), 14–27.

Chu, Y., & MacGregor, J. N. (2011). Human performance on insight problem solving: A review. *The Journal of Problem Solving*, *3*(2), 119–150.

Cranford, E. A., & Moss, J. (2012). Is insight always the same? A protocol analysis of insight in compound remote associate problems. *The Journal of Problem Solving, 4*(2), 128–153.

Danek, A. H., Fraps, T., von Müller, A., Grothe, B., & Öllinger, M. (2013). Aha! experiences leave a mark: Facilitated recall of insight solutions. *Psychological Research, 77*(5), 659–669.

Danek, A. H., Fraps, T., von Müller, A., Grothe, B., & Öllinger, M. (2014). It's a kind of magic—What self-reports can reveal about the phenomenology of insight problem solving. *Frontiers in Psychology, 5*, 1408.

Danek, A. H., & Wiley, J. (2017). What about false insights? Deconstructing the aha! experience along its multiple dimensions for correct and incorrect solutions separately. *Frontiers in Psychology, 7*, 2077.

Danek, A. H., Wiley, J., Öllinger, M. (2016). Solving classical insight problems without aha! experience: 9 dot, 8 coin, and matchstick arithmetic problems. *Journal of Problem Solving, 9*(1), 47–57.

Du, X. M., Zhang, K., Wang, J. L., Luo, J. L., & Luo, J. (2017). Can people recollect well and change their source memory bias of "aha!" experiences? *Journal of Creative Behavior, 51*(1), 45–56.

Epstein, R., Kirshnit, C. E., Lanza, R. P., & Rubin, L. C. (1984). "Insight" in the pigeon: Antecedents and determinants of an intelligent performance. *Nature, 308*(5954), 61–62.

Gick, M. L., & Lockhart, R. S. (1995). Cognitive and affective components of insight. In Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (Eds.), *The nature of insight* (pp. 197–228). Cambridge: The MIT Press.

Gruber, H. E. (1995). Insight and affect in the history of science. In Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (Eds.), *The nature of insight* (pp. 397–431). Cambridge: The MIT Press.

Hill, G., & Kemp, S. M. (2018). Uh-oh! What have we missed? A qualitative investigation into everyday insight experience. *The Journal of Creative Behavior, 52*(3), 201–211.

Jones, G. (2003). Testing two cognitive theories of insight. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 29*(5), 1017–1027.

Kaplan, C. A., & Simon, H. A. (1990). In search of insight. *Cognitive psychology, 22*(3), 374–419.

Kizilirmak, J. M., Silva, J. G. G. d., Imamoglu, F., & Richardson-Klavehn, A. (2015). Generation and the subjective feeling of "aha!" are independently related to learning from insight. *Psychological Research, 80*(6), 1059–1074.

Kizilirmak, J. M., Thuerich, H., Folta-Schoofs, K., Schott, B. H., & Richardson-Klavehn, A. (2016). Neural correlates of learning from induced insight: A case for reward-based episodic encoding. *Frontiers in Psychology, 7*, 1408.

Kizilirmak, J. M., Wiegmann, B., & Richardson-Klavehn, A. (2016). Problem solving as an encoding task: A special case of the generation effect. *Journal of Problem Solving, 9*(1), 59–76.

Knoblich, G., Ohlsson, S., Haider, H., Rhenius D. (1999). Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory & Cognition, 25*(6), 1534–1555.

Köhler, W. (1925). Komplextheorie und gestalttheorie. *Psychologische Forschung, 6*(1), 358–416.

Kumaran, D., & Maguire, E. A. (2009). Novelty signals: A window into hippocampal information processing. *Trends in Cognitive Sciences, 13*(2), 47–54.

Lisman, J. E., & Grace, A. A. (2005). The hippocampal-VTA loop: Controlling the entry of information into long-term memory. *Neuron, 46*(5), 703–713.

Ludmer, R., Dudai, Y., & Rubin, N. (2011). Uncovering camouflage: Amygdala activation predicts long-term memory of induced perceptual insight. *Neuron, 69*(5), 1002–1014.

Mayer, R. E. (1995). The search for insight: Grappling with Gestalt psychology's unanswered questions. In Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (Eds.), *The nature of insight* (pp. 3–32). Cambridge, MA: MIT Press.

Mccurdy, M. P., Leach, R. C., & Leshikar, E. D. (2017). The generation effect revisited: Fewer generation constraints enhances item and context memory. *Journal of Memory and Language, 92*, 202–216.

Mcelroy, L. A., & Slamecka, N. J. (1982). Memorial consequences of generating nonwords: Implications for semantic-memory interpretations of the generation effect. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 21*(3), 249–259.

Mednick, S. A. (1962). The associative basis of the creative process. *Psychological Review, 69*(3), 220–232.

Öllinger, M., Jones, G., & Knoblich, G. (2006). Heuristics and representational change in two-move matchstick arithmetic tasks. *Advances in Cognitive Psychology, 2*(4), 239–253.

Öllinger, M., Jones, G., & Knoblich, G. (2014). The dynamics of search, impasse, and representational change provide a coherent explanation of difficulty in the nine-dot problem. *Psychological Research, 78*(2), 266–275.

Otmakhova, N., Duzel, E., Deutch, A. Y., & Lisman, J. (2013). The hippocampal-vta loop: The role of novelty and motivation in controlling the entry of information into long-term memory. *Springer Berlin Heidelberg*. 235–254.

Ovington, L. A., Saliba, A. J., Moran, C. C., Goldring, J., & MacDonald, J. B. (2018). Do people really have insights in the shower? The when, where and who of the Aha! Moment. *The Journal of Creative Behavior, 52*(1), 21–34.

Shen, W. B., Tong, Y., Yuan, Y., Zhan, H. J., Liu, C., Luo, J., & Cai, H. (2018). Feeling the insight: Uncovering somatic markers of the "aha" experience. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 43*(1), 13–21.

Shen, W. B., Yuan, Y., Liu, C., & Luo, J. (2016). In search of the "Aha!" experience: Elucidating the emotionality of insight problem-solving. *British Journal of Psychology, 107*(2), 281–298.

Shen, W. B., Yuan, Y., Zhao, Y., Zhang, X. J., Liu, C., Luo, J., … Fan, L. (2018). Defining insight: A study examining implicit theories of insight experience. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 12*(3), 317–327.

Shen, W. B., Zhao, Y., Hommel, B., Yuan, Y., Zhang, Y., Liu, Z. Y., & Gu, H. X. (2019). The impact of spontaneous and induced mood states on problem solving and memory. *Thinking Skills and Creativity, 32*, 66–74.

Slamucka, N. J., & Fevreiski, J. (1983). The generation effect when generation fails. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 22*(2), 153–163.

Slamecka, N. J., & Graf, P. (1978). The generation effect: Delineation of a phenomenon. *Journal of Experimental Psychology Human Learning & Memory, 4*(6), 592–604.

Sternberg, R. J., & Davidson, J. E. (1995). *The nature of insight*. Cambridge: MIT Press.

Thevenot, C., & Oakhill, J. (2008). A generalization of the representational change theory from insight to non-insight problems: The case of arithmetic word problems. *Acta Psychologica, 129*(3), 315–324.

Tulving, E. (2001). Episodic memory and common sense: how far apart? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 356*(1413), 1505–1515.

Weisberg, R. W. (2013). On the "demystification" of insight: A critique of neuroimaging studies of insight. *Creativity Research Journal, 25*(1), 1–14.

Wills, T. W., Estow, S., Soraci, S. A., & Garcia, J. (2006). The aha effect in groups and other dynamic learning contexts. *Journal of General Psychology, 133*(3), 221–236.

Wills, T. W., Soraci, S. A., Chechile, R. A., & Taylor, H. A. (2000). "Aha" effects in the generation of pictures. *Memory & Cognition, 28*(6), 939–948.

The promoting effect of insight on memory

LAI Yanqun[1]; YANG Qi[2]; HUANG Baozhen[3]; SAI Liyang[4]

([1] *School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou*, 350108, *China*)

([2] *Department of Philosophy, Tongji University, Shanghai*, 200092, *China*)

([3] *School of Education and Art, Ningde Normal University, Ningde*, 352100, *China*)

([4] *Institute of psychological science, Hangzhou normal university, Hangzhou*, 311121, *China*)

Abstract: The promoting effect of insight on memory refers to the phenomenon that processing insightful problems facilitate memory retention, compared with processing non-insightful problems, which is a robust effect regardless of operational definitions of insight and experimental paradigms. Based on the stage view of insight, two theories were proposed to explain the cognitive mechanisms underlying the promoting effect of insight. The theories of cognitive generation and representation-change propose that cognitive effort, transfer-appropriate processing and representational-change processing function together during processing insightful problems to enhance the memory retention, while the emotional "aha" experience theory proposes that emotional reaction after processing insightful problems promotes the subsequent retrieval of information. Future studies should focus on the following aspects: selecting appropriate markers of insight, consolidating the promoting effect of insight on memory, evaluating the sustainability of the promoting effect of insight, and systematically exploring the cognitive mechanisms underlying the promoting effect of insight on memory.

Key words: promoting effect of insight on memory; the stage view of insight; generation effect; representation transformation; "aha" experience